



Vacunas para el control de enfermedades en animales

Vaccines for the control of diseases in animals

Romero-Pérez, L.E.¹

Correspondencia:
luis.perez@ues.edu.sv

Presentado:
8 de octubre de 2021
Aceptado:
12 de noviembre de 2021

1 Universidad de El Salvador, Facultad de Ciencias Agronómicas, Departamento de Medicina Veterinaria y Zootecnia

Las vacunas consisten en herramientas sanitarias de gran importancia para el control e incluso la erradicación de enfermedades humanas y animales. Estas aprovechan la respuesta inmunitaria de un individuo (refiriéndose en este artículo a animal o ser humano) y su “memoria inmunológica” para reconocer agentes específicos y eliminarlos (Pollard & Bijker 2021).

Una vacuna se define, de acuerdo con la Organización Mundial de la Sanidad Animal (OIE), como un producto diseñado para estimular la inmunización activa de los animales contra las enfermedades (OIE 2018).

Esta, por lo tanto, induce de forma segura en un individuo una inmunidad protectora contra una infección o enfermedad específica (Pollard & Bijker 2021). Para que una vacuna proteja a un individuo, esta debe contener antígeno procedente de un patógeno del que se desea generar protección. Un antígeno, es una sustancia ajena al cuerpo que estimula la respuesta inmunológica del individuo, estas sustancias son componentes presentes en los microorganismos causantes de enfermedad (Tizard

2012).

Los inicios de la vacunación se remontan al siglo XII (años 1101 al 1200), tiempo durante el cual los chinos observaron que personas recuperadas de viruela eran resistentes a futuras infecciones, por lo que realizaron infección deliberada en niños mediante heridas en piel, en las que colocaban costras desde individuos infectados, a este proceso se le conoce como “variolización”. Los niños que sobrevivían a la enfermedad inducida permanecían protegidos de por vida. Con la experiencia se empezó a utilizar costras de casos de enfermedad más leve y se logró una disminución de la mortalidad por viruela con el proceso de variolización. En 1798 Edward Jenner hizo observaciones y demostró que al emplear costras provenientes de una viruela que afectaba a vacas (viruela vacuna) se reducía significativamente el riesgo de enfermedad y muerte provocado por el variolización y producía buena inmunidad en las personas. A este procedimiento se le denominó “vacunación” proveniente del latín *vacca* que en español significa vaca (Tizard 2012).

Un avance que revolucionó la elaboración de

vacunas proviene de un hallazgo accidental por Louis Pasteur en el año 1879. Pasteur observó que el cultivo de agentes patógenos en ciertas condiciones, provocaba que el agente perdiera su capacidad de causar enfermedad al ser inoculado en un individuo, pero estos quedaban protegidos contra dicho agente y siguiendo este principio creó vacunas contra el cólera aviar, el ántrax y la rabia. Desde entonces hubo muchos avances y para 1900 se desarrollaron muchas vacunas. Estos avances desde la observación de los chinos y las investigaciones de Jenner y Pasteur llevaron a la erradicación mundial de la viruela en la década de 1970 (Tizard 2012).

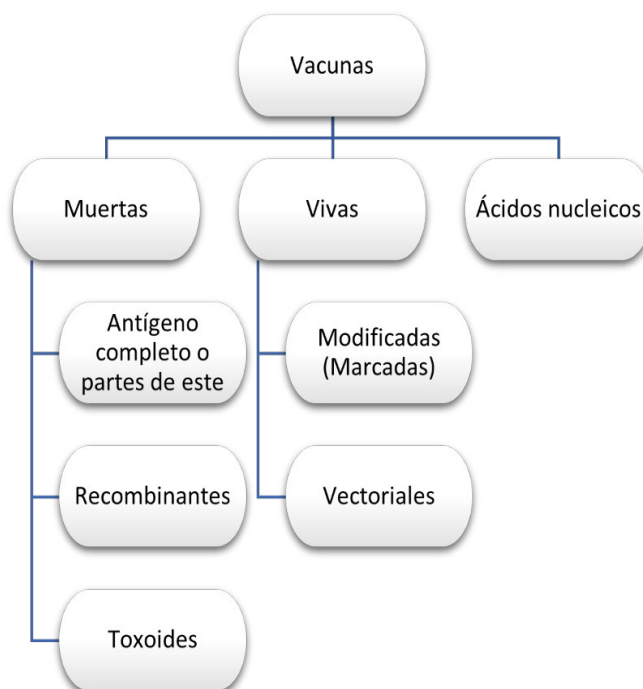
La medicina veterinaria presenta gran relevancia en la elaboración de vacunas, no solo en sanidad animal sino también en su aplicación a seres humanos. Por lo general, una evaluación inicial de vacunas para uso

humano es primero realizada en modelos animales, sobre todo al trabajar con patógenos peligrosos, y posteriormente pueden realizarse ensayos en humanos. Un hecho importante a conocer es que existen vacunas para 15-20 enfermedades humanas, que se emplean más rutinariamente y otras 15 de forma selectiva; mientras que en medicina veterinaria existen vacunas para más de 400 enfermedades animales administradas a mamíferos, aves, peces, animales de producción, mascotas y animales de vida silvestre (Knight-Jones *et al.* 2014).

CLASIFICACIÓN DE LAS VACUNAS

Las vacunas pueden clasificarse de forma sencilla como Vacunas Muertas (Inactivadas), Vacunas Vivas (Atenuadas) y Vacunas de ácidos nucleicos (Figura 1).

Figura 1.
Clasificación de las vacunas.



Las **Vacunas Muertas o Inactivadas** son aquellas en el que el antígeno corresponde a un agente patógeno completo (pero muerto) o a una parte de este, que es capaz de estimular la inmunidad del individuo. En el caso de ser partes de un microorganismo, este se descompone en sus partes y se identifican y

seleccionan subunidades, proteínas o péptidos que estimulen la inmunidad del individuo.

A esta clasificación pertenecen también las **vacunas** denominadas **recombinantes**, en este caso, se identifica una proteína que estimula la inmunidad y el

gen que produce esa proteína se inserta en una célula viva que actúa como una “fábrica de producción”, esta proteína producida por estas células es purificada y empleada en la elaboración de vacunas. Por último, se incluye en la clasificación a los **toxoides**, que no es más que toxinas que produce un patógeno y que son inactivadas y purificadas, estas se emplean para producir protección contra dicha toxina en un futuro contacto con ella (Francis 2018).

Las **Vacunas Vivas o Atenuadas** son aquellas que se producen con un antígeno vivo, capaz de desarrollarse en el individuo al que se le administra, imitando una infección y estimulando el sistema inmunológico, sin causar síntomas significantes de la enfermedad. Estas vacunas pueden ser **vivas modificadas** (también conocidas como **marcadas**) que corresponde a antígenos modificados que los vuelve distintos al agente normal, esto permite una diferenciación y mediante el empleo de pruebas específicas, determinar si un individuo posee anticuerpos por un antígeno de vacuna (agente modificado y presente por una vacuna) o por enfermedad (agente normal transmitido desde ambiente u otro individuo enfermo).

Otro tipo de vacuna en esta clasificación corresponde a las vacunas **vivas vectoriales**, estas emplean un virus, bacteria o protozoo vivo con capacidad de infectar y multiplicarse en un individuo pero que son diferentes al agente del que se desea producir protección, funcionando solo como “vectores”. Estos vectores, llevan incorporado la capacidad de producir componentes del antígeno del que se desea vacunar (Francis 2018).

Con respecto a las **Vacunas de ácidos nucleicos**, estas consisten en la inyección de moléculas de ADN o ARN que corresponden a genes que se incorporarán a las células propias del individuo vacunado y comenzarán a producir partes del antígeno del que se desea vacunar y que el cuerpo reconocerá para estimular el sistema inmune (Silveira *et al.*, 2021).

Las vacunas contra el COVID-19 corresponden a vacunas vectoriales o de ácidos nucleicos.

INMUNIDAD DE HATO O REBAÑO

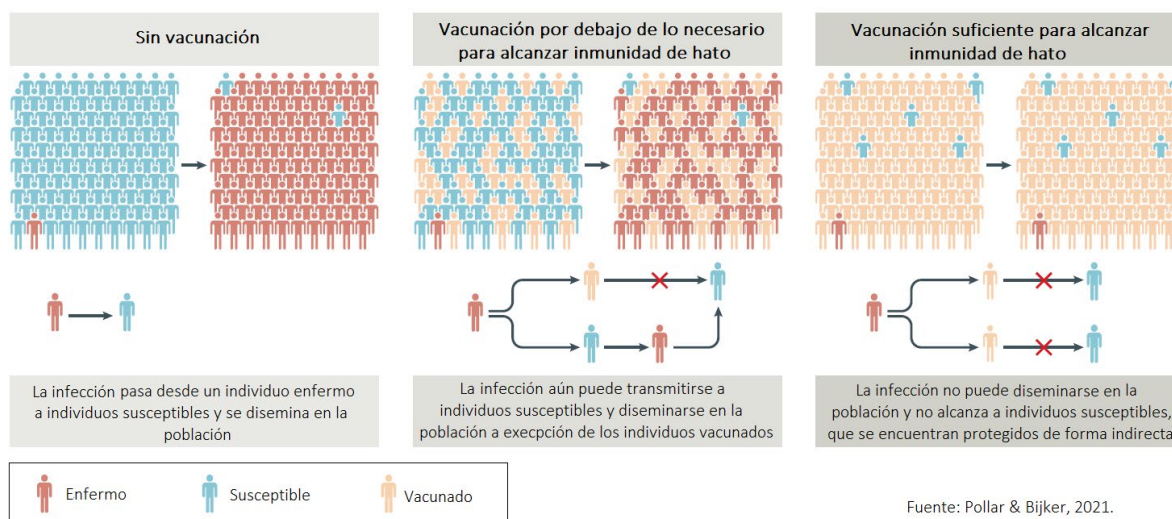
El principio de la vacunación yace en la respuesta inmunológica y en la memoria inmunológica del individuo, a una segunda exposición de antígeno la respuesta inmunológica es muy diferente a la primera. Esta segunda respuesta es más rápida, más fuerte y duradera, demostrando que el sistema inmune tiene la capacidad de “recordar” al antígeno (Tizard 2012), a esto se le conoce como “memoria inmunológica”. La memoria inmunológica se refiere al reconocimiento de un antígeno al que previamente el individuo fue expuesto, por lo que el cuerpo reconoce a dicho antígeno y lo ataca. Después de una vacunación, el individuo al infectarse naturalmente con un antígeno, su sistema inmunológico reconoce y “recuerda” dicho antígeno generando una mejor respuesta de ataque.

Un aspecto importante de las vacunas es que generalmente se desarrollan para que los individuos vacunados no desarrollen signos de enfermedad (manifestación clínica de una enfermedad); es decir, que, al tener contacto con el patógeno, los individuos vacunados se vuelven asintomáticos al poseer el agente patógeno e incluso poder transmitirlo, pero sin demostrar enfermedad. Pero existen algunas vacunas que pueden evitar o reducir la colonización del agente, en estos casos cuando el patógeno tiene contacto con el individuo vacunado, ya no es capaz de multiplicarse en el individuo debido a la protección por vacuna. Estas vacunas que impiden el desarrollo del patógeno en el individuo vacunado permiten la producción de la denominada “inmunidad de hato o rebaño” (Pollard & Bijker 2021).

La inmunidad de hato se logra cuando una cantidad suficiente de individuos en una población es vacunada y esta **previene no solo la enfermedad sino el contagio**, pues hay una cantidad suficiente de individuos protegidos que permite interrupción de la transmisión del patógeno, protegiendo incluso de forma indirecta a los pocos individuos susceptibles a la enfermedad (Figura 2).

Figura 2.

Representación de la inmunidad de hato o rebaño.



Fuente: Pollar & Bijker, 2021.

FACTORES QUE AFECTAN LA PROTECCIÓN POR VACUNA

Es importante tomar en cuenta que ninguna vacuna es 100% eficaz ni 100% efectiva ya que es un proceso biológico que no confiere una protección absoluta ni resulta igual en todos los individuos de una población (Heininger, *et al.* 2012; Tizard 2012). Diferentes causas permiten que en una población existan individuos no protegidos, esto puede deberse a causas propias de tales individuos o causas ajenas al individuo.

Las **causas propias del individuo** se producen cuando el individuo al ser vacunado no es capaz de responder apropiadamente a la vacuna (no produce una respuesta inmunológica protectora), ya sea por una deficiencia en el sistema inmunitario, que puede ser hereditaria o por causa de una enfermedad, individuos jóvenes que poseen anticuerpos maternos, estrés, mal nutrición, alta carga de parásitos, entre otras. Además, otra causa puede ser, en el caso del ser humano, que por decisión personal no se coloque la vacuna, y en medicina veterinaria cuando se trabaja con animales de difícil manipulación en los que no es posible aplicar una vacuna (Roth 1999; Heininger, *et al.* 2012; Tizard 2012).

Las **causas ajenas al individuo** involucran alteraciones de la vacuna, provocadas por un

mal manejo y almacenamiento de la vacuna (por ejemplo, mantenerla a altas temperaturas) que puede perjudicar a sus componentes y de esta forma evitar el desarrollo adecuado de la reacción inmunitaria (Roth 1999), aquí debe incluirse además la incorrecta aplicación de una vacuna; es decir, aplicada en un lugar que no corresponde o colocar una cantidad insuficiente de esta (Tizard 2012). Una importante causa ajena al individuo, corresponde a la **variación antigénica**; es decir, que el antígeno contenido en la vacuna es diferente al antígeno que circula en el ambiente (Roth 1999). Muchos microorganismos poseen la capacidad de modificarse en el tiempo por lo que comienzan a ser diferentes al antígeno original empleado en la fabricación de una vacuna.

Un claro ejemplo es lo observado en la actual pandemia por COVID-19 con las variantes que circulan a nivel mundial. Otras causas se refieren a la **exposición a altas dosis del antígeno**, de tal forma que el individuo a pesar de poseer vacuna no puede desarrollar una inmunidad tan elevada como para protegerse y por último, es muy importante considerar la **duración de la inmunidad**, pues muchas vacunas requieren diferentes aplicaciones en diferentes tiempos de vida del individuo. Cada vez que la inmunidad empieza a decaer, es necesario aplicar refuerzo, con la finalidad de incrementar y asegurar buenos niveles de inmunidad que protejan ante un agente (Roth 1999).

Una incompleta serie de vacunación afectará la protección por vacuna de un individuo (Roth 1999; Heininger, *et al.* 2012), es por eso por lo que la mayoría de los animales requieren de una revacunación anual y el incumplimiento a este esquema de vacunación propuesto terminará en una falta de protección para el animal. Para evitar que factores ajenos al individuo interfieran en el desarrollo de una protección por vacuna, es importante recurrir al profesional Médico Veterinario, para garantizar un esquema de vacunación y aplicación adecuada a cada especie animal.

El Departamento de Medicina Veterinaria, consciente de la importancia de la vacunación, ha propiciado y participado en campañas de vacunación contra diferentes enfermedades en animales de producción y de compañía, con el objetivo de salvaguardar la salud animal y de las personas; además, recomienda a los propietarios de animales, mantener el control con un profesional Médico Veterinario para asegurar estar al día con el esquema de vacunación y garantizar el correcto manejo y aplicación de toda vacuna.

REFERENCIAS

- Francis M. J. (2018). Recent Advances in Vaccine Technologies. The Veterinary clinics of North America. Small animal practice, 48(2), 231-241.
- Heininger U, Bachtar NS, Bahri P, Dana A, Dodoo A, Gidudu J, Matos dos Santos E. (2012). The concept of vaccination failure. Vaccine. 30:1265-1268.
- Knight-Jones, T. J., Edmond, K., Gubbins, S., & Paton, D. J. (2014). Veterinary and human vaccine evaluation methods. Proceedings. Biological sciences. 281(1784), 20132839.
- Organización Mundial de la Sanidad Animal, OIE. (2018). Principios de producción de vacunas veterinarias. Capítulo 1.1.8.
- Pollard AJ, Bijker EM. (2021). A guide to vaccinology: from basic principles to new developments. Nature Reviews Immunology. 21:83-100.
- Roth JA. (1999). Mechanistic bases for adverse vaccine reactions and vaccine failures. Adv Vet Med. 41:681-700
- Silveira MM, Moreira MSG, Mendonça M. (2021). DNA vaccines against COVID-19: Perspectives and challenges. Life Sci. 267:118919.
- Tizard I. (2012). Veterinary immunology. 9th ed. Elsevier. 568 p.